

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 439 460**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 78 30265**

---

(54) Matériau de protection radiologique à haut coefficient d'atténuation.

(51) Classification internationale. (Int. Cl 3) G 21 F 3/02.

(22) Date de dépôt ..... 19 octobre 1978, à 14 h 30 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 20 du 16-5-1980.

---

(71) Déposant : SEROLE Michelle, résidant en France.

(72) Invention de : Michelle Sérole.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

---

---

d'acides gras métalliques, de sels ou d'oxydes. Les supports utilisés doivent conserver leurs caractéristiques sous les radiations. Ce sont les chloroprènes, polymères de butadiène, polysulfures, polychlorure de vinyle, latex naturel, latex de neoprène, latex de butyl, polyester par exemple.

Les articles obtenus dans la gamme des matériaux souples et particulièrement les gants sont en général utilisables et présentent, pour les radiations X couramment utilisées, un coefficient d'atténuation moyen. Cependant, pour une protection donnée, ils sont relativement épais et permettent mal les travaux fins. Les articles actuels sont tels que les radiologues utilisent des gants au plomb très lourds et épais. Certains opérateurs ne les utilisent pas car ils les gênent pour travailler. Médecins, chirurgiens, dentistes, les utilisent très peu car ils sont trop épais.

Le produit suivant l'invention permet, non d'éviter ces inconvénients mais d'apporter un progrès considérable. Ainsi, il est possible, à épaisseur égale, d'augmenter de façon significative le coefficient d'atténuation, ou à efficacité égale, de diminuer l'épaisseur ou de diminuer le volume relatif de métal et ceci dans des proportions de l'ordre de 2 à 1 par rapport à l'article le plus efficace dans l'état actuel de la technique, par exemple le couple plomb-polychlorure de vinyle.

Il est connu que les rayons X, comme les rayons gamma, sont absorbés par la matière. Les éléments chimiques de plus grand numéro atomique sont les plus absorbants. Les rayons X ont une longueur d'onde allant de 0,03 à 20 angström. Les rayons X de plus faible longueur d'onde sont les plus pénétrants. A titre d'exemple, les postes médicaux délivrent des rayons X de longueur d'onde allant de 0,06 à 12 angström mais plus précisément les postes de radiographie et radiodiagnostic à anticathode de tungstène ou tungstène-rhénium délivrent des rayons de longueurs d'onde courte allant de 0,06 à 0,15 Å tandis que les postes utilisés en mammographie à anticathode molybdène délivrent des rayons moins pénétrants de longueur d'onde allant de 0,3 à 0,6 Å. Des essais de dosimétrie au fluorure de lithium effectués avec un poste à anticathode tungstène et dans des conditions courantes en chirurgie à savoir une tension de 70 KV, une intensité de 0,2 mA, une distance à la fenêtre de 105 mm et un temps de 4 mn, donnent respectivement les coefficients d'atténuation de 69% pour une épaisseur de plomb de 0,08 mm et 91% pour 0,16 mm de plomb comme le montre la figure 1.

Cette dernière épaisseur de plomb ne peut pas être utilement dispersée dans une épaisseur inférieure à 0,15 mm de matière élastique ce qui enlève une bonne part de la souplesse et de la sensation du toucher .

Les éléments actuellement employés ont des numéros atomiques divers Pb 82, Ag 47, Ba 56, W 74, Fe 26, Sn 50, Zr 40, Cd 48, Li 3 et B 5, sont les absorbants de neutrons . Il en résulte que, si on considère que le tungstène peut donner un phénomène de ré-émission ou built-up, le plomb, de densité 11,3 est le plus favorable. L'uranium présente davantage de possibilités. Son numéro atomique est 92 et sa densité est 18,7 . Son efficacité, à épaisseur égale est supérieure à celle du plomb et à coefficient d'atténuation égal pour des conditions opératoires données, l'épaisseur peut être diminuée de près de moitié. On peut donc réduire soit l'épaisseur du gant ou du tissu soit à épaisseur égale inclure moins de métal en volume pour cent dans le support, latex par exemple, lui restituant ainsi une partie de sa souplesse. Le choix entre ces trois possibilités d'améliorations est fait, par l'homme de l'art, en fonction des conditions opératoires. L'uranium constitue aussi une amélioration pour l'absorption des rayons gamma mais ne saurait être utilisé pour absorber des neutrons. Le gain d'efficacité par rapport au plomb est d'autant plus marqué que la longueur d'onde est faible donc les rayons pénétrants .

L'uranium dit naturel est composé de deux isotopes principaux l'U 238 qui est inerte et l'U 235 qui est radioactif. Ce dernier est dans une proportion à l'état naturel de 0,7% en poids. On trouve sur le marché de l'uranium dit appauvri qui ne contient plus que l'isotope 238 inerte . C'est ce dernier que l'on peut utiliser pour l'objet de l'invention .

Le mode d'introduction du métal dans le support plastique, PVC, latex ou autre, peut se faire sous plusieurs formes. L'uranium appauvri peut être sous forme de poudre fine, de préférence micronique pour obtenir une dispersion statistique. Il est connu d'utiliser un agent mouillant pour éviter la formation de paquets de poudre inclus. La décantation dans le latex ou le PVC est négligeable selon la formule de Stokes. L'uranium peut être aussi introduit sous forme d'oxyde UO<sub>2</sub>, oxyde uraneux à propriétés basiques, sous forme d'anhydride uranique UO<sub>3</sub> amphotère ou même d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>. Il peut aussi être avantageux de l'introduire sous la forme de sels tels que le nitrate d'uranyle ou un uranate.

5 Le procédé selon l'invention peut être utilisé, comme cela a déjà été signalé, pour la fabrication de gants d'opérateurs de postes de radiographie, radioscopie, radiodiagnostic, qu'ils soient radiologues, dentistes, médecins, chirurgiens, contrôleurs de pièces mécanosoudées mais aussi pour le montage la réparation ou le démontage de pièces radioactives, chaque fois qu'il est intéressant d'avoir un matériau plus fin ou plus souple pour des raisons de confort ou pour des manipulations délicates .

10 Le produit obtenu peut évidemment servir à faire des tabliers, des pièces de vêtements, des surbottes ou des soufflets des rideaux, des panneaux et d'autres pièces de protection contre les radiations X et gamma, souples ou fines.

REVENDECATIONS

- 5 1- Matériau de protection contre les rayons X et gamma, utilisant comme corps lourd absorbant l'uranium dit appauvri, c'est à dire débarrassé de son isotope 235 radioactif. Le métal lourd étant dispersé dans tout support plastique ou élastique connu de l'homme de l'art tel que latex, polychlorure de vinyle, plastique renforcé ou non de tissus tels que le coton .
- 2- Matériau selon la revendication 1 dans lequel le métal est introduit dans le support sous forme de poudre métallique fine, avec ou sans mouillant ..
- 10 3- Matériau selon la revendication 1 dans lequel le métal est introduit sous forme d'oxydes.
- 4- Matériau selon la revendication 1, dans lequel le métal est introduit sous forme de sel et en particulier de nitrate d'uranyle et d'uranates.

1

2439460

Coefficient  
d'atténuation

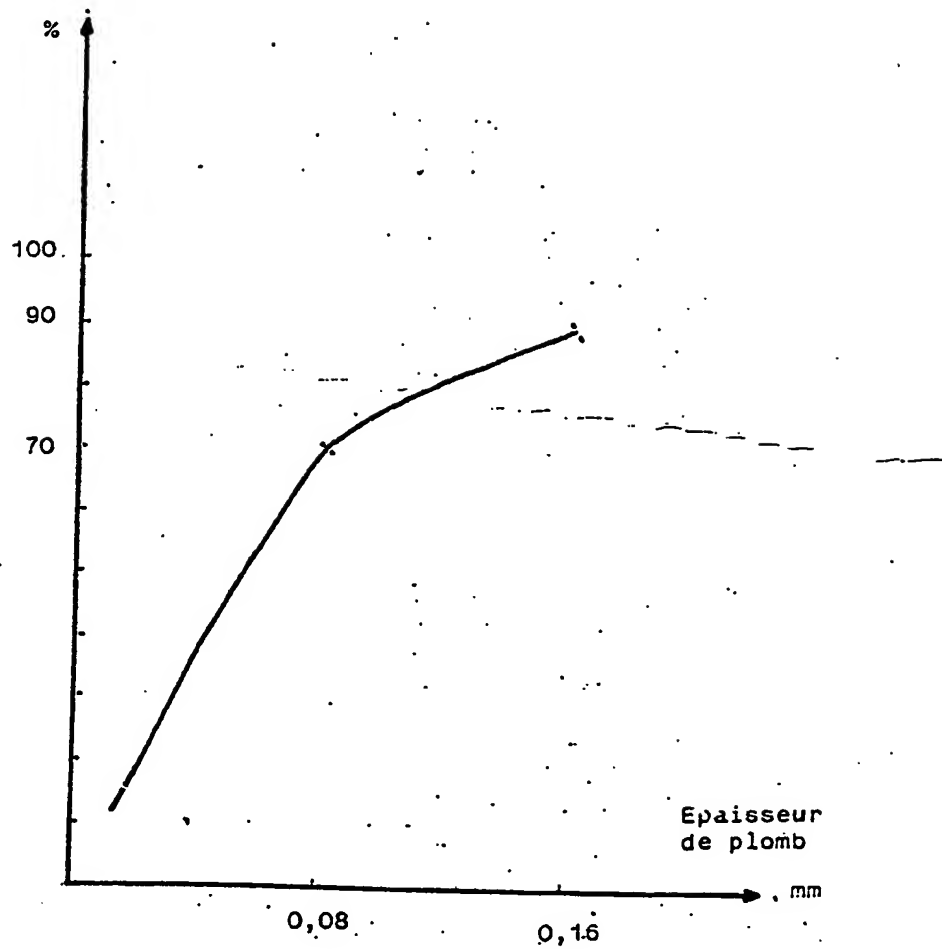


Fig. 1

M. Serole

The object of this invention is a material which is protective against x-rays and gamma rays. The useful form of this material is a pliable and thin fabric useful for the manufacture of gloves, aprons, hoods, or curtains. This type of protection is necessary in certain activities in the medical field and also in the nuclear field.

In the medical field, those who require this protection against x-rays include the radiologists who use gloves and aprons which are relatively heavy and hindering, and also the surgeons who must operate or conduct examinations in an x-ray beam or in the immediate proximity of an x-ray beam. In the industrial fields, many applications such as inspection of welds and the location of defects are performed using radiography. The marking of heavy metals is done by fluoroscopy with the attendant risk of exposure. In the nuclear field, the installation, repair and dismantling of parts with low-level activity exposes the operator to gamma rays of the same nature as x-rays, but with a shorter wave length and therefore higher penetrating ability.

In these different application fields we note two characteristics. First of all, the product must be efficient; that is, it must absorb the highest possible percentage of radiation. This percentage is called the coefficient of



attenuation. Next, the product must offer negligible inconvenience in performance of the work or else it won't be worn, which is often the case of required safety devices.

In the typical case of an example case for a glove, the attenuation coefficient for radiation must be higher. In addition it must be thin and pliable enough to not hamper the work and to permit the sensation of touch through the glove. At the present time, there exist many gloves and protective materials designed to protect against radiation. The absorbing agent of x-rays and gamma rays is a heavy metal from the following list: lead, silver, bismuth, barium, tungsten, iron, tin, zirconium and cadmium.

Thermal neutrons are stopped by the boron while the radiation particles ion, alpha, or beta are stopped by elastic collisions and are stopped by light atoms such as hydrogen, oxygen, or carbon.

It has been shown that the metal can be introduced advantageously in the form of fine or colloidal powders and in the form of metallic fatty acids, in salts or oxides.

Supports used must maintain the characteristics under radiation exposure. These are the chlorprynes, butamine, polymers, polysulfides, and polyvinyl chlorides and natural latex, neoprene latex, and butyl latex or polyester. The materials obtained in the range of flexible pliable materials,

particularly . are usable in general and present for currently radiations an average attenuation coefficient.

However, for the given attenuation they are relatively thick and do not permit delicate operations. Existing articles such as those that radiologists use are gloves made from lead which is very heavy and thick. Some operators do not use these protective materials because they hamper the work. Doctors, surgeons, and dentists use these protective devices very seldom because they are so thick. The product created following this invention does not completely eliminate all these inconveniences, but does make considerable progress in reducing the inconveniences.

Thus, it is possible with this invention to provide greater attenuation for equal thicknesses of material or for equal amounts of attenuation to provide a significantly thinner protective device. Reductions of the order of 2 to 1 in either thickness or increases in attenuation by the same 2 to 1 factor are possible when compared to the state of the art protective devices such as lead and polyvinyl chloride.

It is known that x-rays as well as gamma rays are absorbed by matter. The chemical elements with the highest atomic number are the most absorbent. X-rays have wave lengths extending from 0.0320 angstroms to 20 angstroms. X-rays of shorter wave lengths are more penetrating. For example, medical x-ray equipment delivers x-rays with a wave length going from 0.06 angstroms to 12 angstroms. More precisely, radiology and fluoroscopy

equipment with tungsten or tungsten rhenium anodes give off x-rays with a short-wave length going from 0.06 to 0.15 angstroms, while mammography with a molybdenum anode gives off less penetrating rays with a wave length going from 0.3 to 0.6 angstroms.

Lithium fluoride (TLD) dosimetry tests were carried out with an anode voltage of 60 KVP, 0.2 mA, and a distance to the window 105 mm and a time of 4 minutes give respectively coefficient attenuation of 69 percent for a lead thickness of  $0.08$  mm and 91 percent for a thickness of 0.16 mm as is shown in figure 1. It is not possible to disperse this latter thickness of lead in the thickness of elastic material of less than 0.15 mm which takes away a good part of the sensibility of touch and flexibility. The elements actually used have atomic numbers of PB 82 and AGA 47, BA 56, W 74, FE 26, SN 50, ZR 40, CD 48. LI 3 and B 5 are the most absorbent for neutrons. The result is that if you consider that tungsten can exhibit the phenomenon of re-emission or build-up, lead with a density of 11.3 is the most favorable. Uranium presents even more possibilities. Its atomic number is 92 and its density is 18.7. Its efficiency in equal thickness is superior to that of lead and for equal attenuation under given operating conditions, the thickness can be diminished by almost half. One can therefore reduce either the thickness of the glove or fabric or include a smaller percentage of metal in the volume of the support, latex for example, thus restoring part of the

flexibility. The choice amongst these three possibilities of improvements is done by the practitioner based on the particular purpose for which the material will be used. The uranium also constitutes an improvement for the attenuation of gamma rays, but cannot be used to absorb neutrons. The gain in efficiency relative to lead is more pronounced at the shorter wave lengths and higher penetrating radiation.

Natural uranium is composed principally of two isotopes, U238 which is inert and U235 which is radioactive. The latter is in the natural state in the proportion of 0.7 percent by weight. One can find on the market depleted uranium which only contains the inert U238 isotope. It is this latter material which can be used in this object of this invention.

Method of introduction of a metal into the plastic support, PVC, latex, or other material can be done in several forms. Depleted uranium can be in the form of fine powder preferably microscopically fine to obtain a statistical distribution and dispersion. We know that using a surfactant (dispersal) agent to avoid the formation of lumps of powder. The decantation dispersal (migration) of latex or PVC is negligible according to Stokes formula. Uranium can also be introduced in the form of the oxide  $\text{UO}_2$  uranic oxide with basic properties in the form of uranic and anhydride ( $\text{UO}_3$  amphotere or even  $\text{U}_3\text{O}_8$ ). It can also be advantageous to use it in the form of salts such as uranyl nitride or uranate.

The process according to the invention can be used as has already been noted for the manufacture of gloves for operators of radiography, fluoroscopy, radiodiagnostic machinery whether they be radiologists, doctors, surgeons, controllers of welding things and also for the setting-up, installation, repair, or dismantling of radioactive parts of pieces, whenever it is useful to have a more flexible or a finer material for reasons of comfort or delicate manipulations.

The product obtained can be obviously used to make aprons, parts of clothing, or overshoes or hoods, curtains, panels, and other pieces of protection against gamma radiation which are flexible and thin.

## CLAIMS

1. A material for protection against x-rays and gamma rays using as its absorbent heavy body depleted uranium, that is to say rid of its radioactive 235 isotope. The heavy metal is dispersed in any plastic or elastic support known by a person skilled in the art such as latex, polyvinyl chloride, plastic whether reinforced or not with fabric such as cotton.
2. Material according to Claim #1 in which metal is introduced into the support in the form of a fine metallic powder with or without a dampener.
3. A material according to Claim #1 in which the metal is introduced in the form of oxides.
4. Material according to Claim #1 in which the metal is introduced in the form of a salt and in particular uranyls nitrite and uranates.

CAK/dlm